

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ МЕТЕОРИТА СЕЙМЧАН НА СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Бегунова А.С., Камалов Р.В., Яковлев Г.А., Гроховский В.И.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, n.s.begun@gmail.com

Для синтеза углеродных нанотрубок (УНТ) методом химического парового осаждения (CVD) используются подложки, имеющие зародыши для формирования таких структур. Используют Fe, Ni, Co подложки [Kumar, Ando, 2010]. В настоящей работе синтез осуществлялся на поверхности железной части метеорита Сеймчан. Образцы имели видманштеттовую структуру, образованную балками камасита (α -фаза (Fe,Ni) с 4–7,5 мас.% Ni) и различную морфологию плессита – мелкодисперсная смесь камасита и тэнита (γ -фаза (Ni, Fe), 25–65 мас. % Ni) [Buchwald,

1975]. Наличие разных железоникелевых сплавов в небольших образцах (до 2 см²) позволяет проследить зависимость роста УНТ от состава подложки.

Образцы метеорита были подготовлены по стандартной методике приготовления металлографических шлифов, затем подвергнуты травлению в 2% растворе HNO₃ в C₂H₅OH. УНТ синтезировали на автоматизированной установке CVDomna, в реакционную зону которой подавалась парогазовая смесь, содержащая этиловый спирт (95%). Процесс пиролиза этанола проводился при температуре 600 °С и давлении 15 кПа в течение 5 минут. Охлаждение образца проводилось в разряженной атмосфере воздуха. Затем образец исследовался с помощью сканирующего электронного микроскопа SIGMA VP. После этого часть образца была механически очищена от углерода для проведения химического анализа.

Морфологические характеристики и химический состав различных зон изучались методами SEM и EDS. Как видно на рисунке 1 и в таблице, содержание никеля в областях 1-5 больше 15%, структура образца в этих областях состоит из минерала плессит, кроме того, при приближении к области 5 содержание никеля увеличивается до 41%, что свидетельствует о наличии в этом месте образца М-профиля [Buchwald, 1975]. Области 6-9 содержат не более 7,5% никеля, что соответствует минералу камасит.

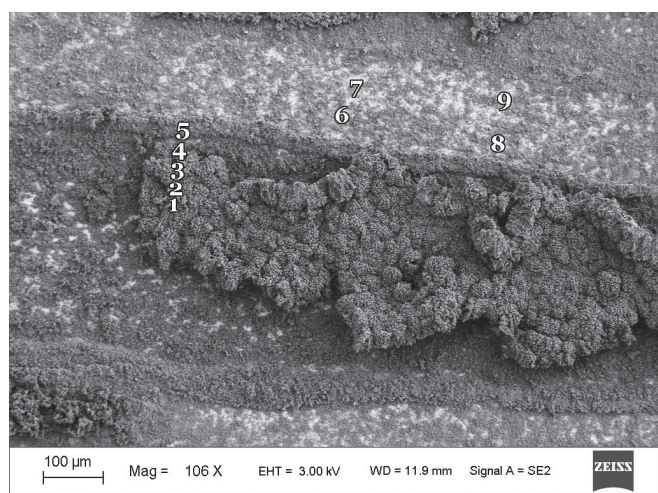
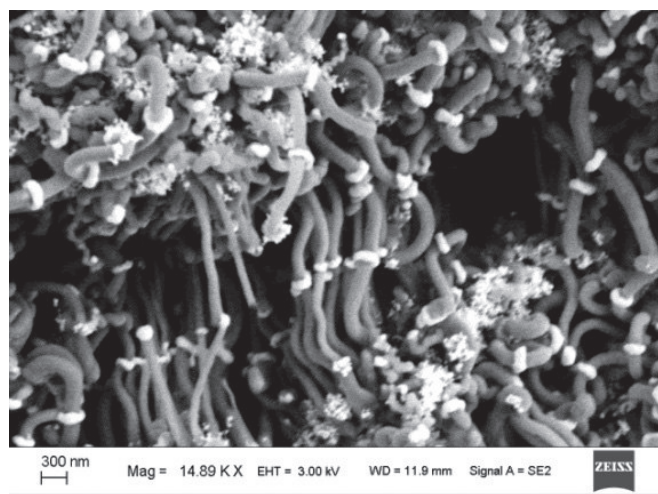
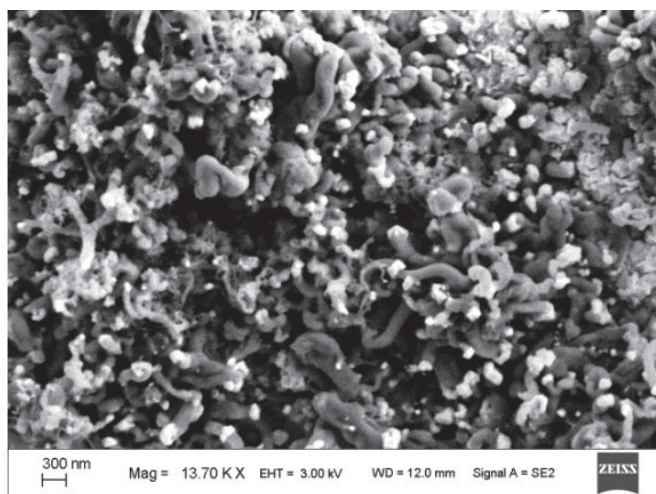


Рис. 1. SEM изображение с областями EDS анализа:
1-5 – плессит, 6-9 - камасит



а)



б)

Рис. 2. SEM изображения углеродных нанотрубок с высоким аспектным отношением (а) и низким — (б)

Таблица 1. Области химического анализа

Плессит		Камасит	
Область анализа	содержание Ni, мас.%	Область анализа	содержание Ni, мас.%
1	15,7	6	7,2
2	18,6	7	7,0
3	23,1	8	6,5
4	27,6	9	7,0
5	41,0		

Методами SEM были исследованы образцы. Выявлено, что состав подложки влияет на рост УНТ CVD-методом (рисунок 2). Наиболее ровный массив УНТ с диаметрами в диапазоне 108-219 нм и высоким аспектным отношением получен на поверхности со структурой плессита (содержание никеля 15-41 мас.%). На поверхности камасита (содержание никеля до 7,5 мас.%) получены углеродные образования с малым аспектным отношением 4-6 и диаметром 93-237 нм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Buchwald V.F, Primary Structures of Iron Meteorites. Handbook of Iron Meteorites, The Regents of the University of California, 1, 115-124 (1975).
2. Kumar M., Ando Y. CVD of CNT, A Review on Growth Mechanism and Mass Production. Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 10. 3739-3758 (2010).